

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 281 977 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
05.02.2003 Bulletin 2003/06

(51) Int Cl.7: G01R 29/08

(21) Numéro de dépôt: 02291927.8

(22) Date de dépôt: 30.07.2002

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: 30.07.2001 FR 0110173

(71) Demandeur: Bouygues Telecom  
92100 Boulogne Billancourt (FR)

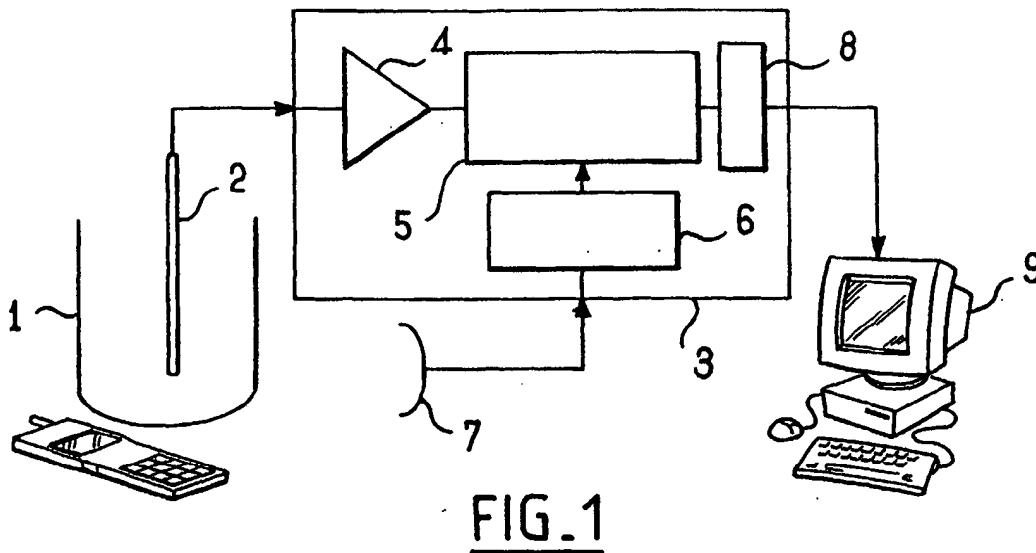
(72) Inventeurs:  
• Chauvin, Sébastien  
78150 Rocquencourt (FR)  
• Veysset, Rémy  
78220 Viroflay (FR)  
• Picard, Dominique  
78830 Bonnelles (FR)

(74) Mandataire: Le Forestier, Eric et al  
Cabinet Régimbeau  
20, rue de Chazelles  
75847 Paris cedex 17 (FR)

### (54) Dispositif pour la mesure de débits d'absorption spécifique sur un corps fantôme

(57) Dispositif pour la mesure de débits d'absorption spécifique sur un corps fantôme (1) qui simule le corps humain et qui est soumis à un champ électromagnétique, ce dispositif comportant une sonde (2) pour la mesure du champ électrique, un corps fantôme dans lequel ladite sonde est déplacée, des moyens de mesure (3-9) de la tension en sortie de ladite sonde,

caractérisé en ce que ces moyens de mesure comportent des moyens de détection synchrone (5-7) qui mélangeant un signal correspondant à la tension en sortie de ladite sonde avec un signal de référence qui est synchrone de la modulation du champ électromagnétique que l'on teste, les moyens de mesure comportant en outre des moyens (8-9) pour mettre en oeuvre une mesure sur le signal redressé ainsi obtenu.



EP 1 281 977 A1

BEST AVAILABLE COPIE

**Description**

[0001] La présente invention est relative à un dispositif pour la mesure de débits d'absorption spécifique sur un corps fantôme qui simule le corps humain et qui est soumis à un champ électromagnétique.

5 [0002] L'invention trouve notamment avantageusement - mais non limitativement - application dans le domaine de la téléphonie mobile, pour tester les moyens d'émission/réception de terminaux de téléphonie cellulaire.

[0003] Il est classiquement connu de mesurer des débits d'absorption spécifique (SAR ou "Specific Absorption Rate" selon la terminologie anglo-saxonne également utilisée) à l'intérieur de corps fantômes que l'on soumet à un champ électromagnétique et dont les propriétés diélectriques simulent celles du corps humain.

10 [0004] On pourra par exemple à cet égard avantageusement se référer à l'article « Automated E-field scanning system for dosimetric assessments » - IEEE Trans. MTT, Vol.44, n°1, pp105-113, Janvier 1996.

[0005] On rappelle qu'un débit d'absorption spécifique est une valeur d'énergie absorbée par unité de masse dans un corps humain soumis à un champ électromagnétique particulier.

15 [0006] On utilise généralement pour établir des cartographies de débits d'absorption spécifiques des sondes de mesures de champ électrique que l'on déplace à l'intérieur du corps fantôme.

[0007] Ces sondes sont par exemple constituées par un dipôle dont les brins sont reliés par l'intermédiaire d'une diode Schottky et de lignes fortement résistives à un voltmètre qui mesure la tension continue redressée par la diode, cette tension provenant du redressement des courants induits par le champ électrique haute fréquence sur les brins métalliques du dipôle.

20 [0008] Le niveau de cette tension est toutefois très bas, du fait notamment des pertes de conversion.

[0009] En particulier, la forte résistivité des lignes qui relient le dipôle au voltmètre - si elle permet de réduire les effets parasites - augmente fortement le niveau du bruit.

[0010] Ainsi, dans le cas de la sonde NARDA 8021C, la résistance des lignes de connexion est de  $0,5\text{M}\Omega$ .

25 [0011] Il en résulte une tension de détection qui est typiquement de l'ordre de 1mV pour un champ électrique de 20V/m et de 2,5 $\mu\text{V}$  pour un champ électrique de 1V/m.

[0012] Dans la pratique, si l'on prend en compte les signaux parasites dus au bruit ambiant, la dérive de l'amplificateur, l'électricité statique de l'environnement, la tension du neutre, etc., il devient très difficile de mesurer des champs électriques en dessous de 10V/m.

[0013] Un but de l'invention est de résoudre ce problème.

30 [0014] L'invention propose quant à elle une solution qui permet d'augmenter d'un facteur 10 (voir supérieur) la sensibilité de détection.

[0015] Notamment, elle propose un dispositif pour la mesure de débits d'absorption spécifique sur un corps fantôme qui simule le corps humain et qui est soumis à un champ électromagnétique, ce dispositif comportant une sonde pour la mesure du champ électrique, un corps fantôme dans lequel ladite sonde est déplacée, des moyens pour mesurer la tension en sortie de ladite sonde. Dans ce dispositif, ces moyens de mesure comportent des moyens de détection synchrone qui mélangeant un signal correspondant à la tension en sortie de ladite sonde avec un signal de référence qui est synchrone de la modulation d'amplitude du champ électromagnétique que l'on teste, les moyens de mesure comportant en outre des moyens pour mettre en oeuvre une mesure sur le signal redressé ainsi obtenu.

40 [0016] Dans un mode de réalisation avantageux, le dispositif comporte des moyens de réception du champ électromagnétique testé, ainsi que des moyens pour la récupération d'un signal d'horloge synchronisé sur une enveloppe de modulation dudit champ électromagnétique.

[0017] Notamment, dans le cas où le champ électromagnétique est celui émis par un terminal téléphonique d'un réseau cellulaire à multiplexage temporel, le dispositif comporte avantageusement des moyens de réception du champ électromagnétique ainsi généré, ainsi que des moyens pour la récupération d'un signal d'horloge synchronisé sur l'enveloppe de multiplexage temporel dudit champ électromagnétique.

45 [0018] En variante, il peut également être prévu que les moyens de détection synchrone comportent un émulateur pour la génération d'un signal de référence.

[0019] De préférence également, le dispositif comporte un amplificateur faible bruit qui est interposé entre la sonde et les moyens de détection synchrones.

50 [0020] Avantageusement encore, il comporte un convertisseur analogique/numérique qui reçoit le signal en sortie des moyens de détection synchrone, le signal converti en sortie dudit convertisseur étant transmis à une unité de traitement et de gestion qui relèvent et mémorisent les valeurs des mesures et déterminent en fonction des mesures qu'elle relève des cartographies de champ électrique dans le corps fantôme.

[0021] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront encore de la description qui suit, laquelle est purement illustrative et non limitative et doit être lue en regard des figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 représente schématiquement un banc de mesure conforme à un mode de réalisation possible de l'invention ;

- les figures 2a et 2b, ainsi que 3a et 3b illustrent des résultats obtenus avec d'une part un banc de mesure classique et d'autre part un banc de mesure conforme à un mode de réalisation possible de l'invention.

**[0022]** Le banc de mesure illustré sur la figure 1 comporte un corps fantôme 1 et une sonde de détection 2 qui est mobile dans celui-ci.

**[0023]** Le corps fantôme 1 est par exemple constitué par une poche remplie d'un liquide ayant des propriétés équivalentes à celles du corps humain, notamment quant à sa constante diélectrique et sa conductivité.

**[0024]** Ce corps 1 est disposé dans le champ électromagnétique dont on souhaite tester l'absorption dans le corps humain. Par exemple, dans le cas où l'on souhaite tester l'absorption du champ électromagnétique générée par un téléphone portable TP, celui-ci sera disposé à proximité immédiate du corps 1, dans une position parfaitement définie par rapport à celui-ci.

**[0025]** La sonde 2 est une sonde de détection du champ électrique, par exemple une sonde du type de celles commercialisées par la société Narda sous la dénomination 8021 C.

**[0026]** La position de cette sonde de détection 2 dans la poche 1 est contrôlée par des moyens robotisés (non représentés) qui sont aptes à déplacer ladite sonde 2 dans ladite poche 1 à la fois horizontalement et verticalement.

**[0027]** Le pas de déplacement peut être de 5 mm ou inférieur.

**[0028]** Ces moyens robotisés permettent également de contrôler l'orientation de la sonde 2 dans la poche 1.

**[0029]** Ils sont commandés par une unité de traitement qui est par exemple celle destinée à mémoriser les mesures réalisées pour les différentes positions et à établir des cartographies à partir de ces différentes mesures (unité de traitement référencée par 9 sur la figure 1).

**[0030]** La sonde 2 est reliée par une ligne résistive 2a à un ensemble qui constitue une interface 3 interposée entre d'un part ladite unité de traitement 9 et d'autre part la sonde 2.

**[0031]** Cette interface 3 comporte un amplificateur faible bruit 4 qui reçoit en entrée le signal de tension en sortie de la sonde 2,

**[0032]** Elle comporte en outre un module 5 de détection synchrone qui reçoit d'une part le signal en sortie de l'amplificateur 4 et d'autre part également un signal de référence qui est de même fréquence que le découpage que peut présenter le signal en sortie de l'amplificateur 4 et qui est cohérent avec celui-ci, le module 5 mélangeant l'un et l'autre de ces deux signaux.

**[0033]** Par exemple, dans le cas où le signal émis par le téléphone portable est un signal à multiplexage temporel, on prévoit avantageusement au niveau de l'interface 3 un module 6 pour la récupération d'un signal d'horloge synchronisé avec l'enveloppe de modulation temporelle des signaux émis par le téléphone.

**[0034]** Ce module 6 de récupération de signal d'horloge est alors relié 7 à une antenne pour la réception de signaux hertziens qui lui transmet les signaux émis par le téléphone.

**[0035]** En variante, il peut également être prévu que le signal qui est transmis en entrée du module 6 pour constituer le signal de référence soit un signal issu d'un émulateur de station de base de radiotéléphonie mobile.

**[0036]** Le signal de référence est par exemple un signal rectangulaire symétrique (c'est à dire de rapport cyclique 1/2) et réglable en retard par rapport au signal de modulation du champ électromagnétique.

**[0037]** Le système est ainsi transparent.

**[0038]** Le signal redressé qui est obtenu en sortie du module 5 est ensuite transmis à un convertisseur analogique/numérique 8 avant d'être envoyé sur une entrée de l'unité de traitement.

**[0039]** Celle-ci met alors en œuvre sur le signal qu'elle reçoit des traitements d'acquisition et de génération de cartographies qui sont en eux-mêmes classiquement connus.

**[0040]** Des mesures ont été réalisées à partir d'un tel banc de mesure avec des téléphones portables émettant de 900MHz à 1800MHz.

**[0041]** Le corps fantôme 1 avait une forme d'hémisphère.

**[0042]** La reproductibilité de la mesure de champ a été testée en comparant les résultats obtenus, à partir de la même disposition téléphone/fantôme, pour des séquences d'acquisition répétées, séparées dans le temps de 15 minutes, à différentes vitesses d'acquisition.

**[0043]** Le niveau de champ équivalent au bruit était de l'ordre de 1,1V/m pour des vitesses de mesure de 5 échantillons/seconde et de 0,75V/m pour une vitesse de mesure de 1 échantillon/seconde.

**[0044]** Quatre séries successives de mesures ont été réalisées pour un même téléphone disposé dans une position donnée par rapport au corps fantôme.

**[0045]** Chaque mesure de débit d'absorption a été réalisée sur une durée de 15 minutes.

**[0046]** Les résultats obtenus sont ceux présentés ci-dessous.

**[0047]** Ces résultats mettent une reproductibilité de mesure meilleure que 1mW/kg.

Table 1

Mesures	1	2	3	4	Ecart-type
DAS local (max) W/kg	1.576	1.557	1.574	1.561	0.0080
DAS moyenné pour 1 g (max) W/kg	0.899	0.903	0.905	0.908	0.0027
DAS moyenné pour 10g (max) W/kg	0.455	0.455	0.456	0.455	0.0004

5

[0048] L'efficacité de l'interface électronique peut facilement être comprise si l'on se réfère aux figures 2a, 2b et 3a, 3b.

15

[0049] Ces figures représentent des cartes obtenues respectivement sans et avec l'interface 3 de détection synchrone.

20

[0050] On comprend qu'au voisinage même du téléphone, il y a peu de différence entre les résultats obtenus avec et sans cette interface.

[0051] Par contre, plus en profondeur dans le corps fantôme, les cartes de champ apparaissent très différentes.

25

[0052] En particulier, sans l'interface de détection synchrone, les cartes de champ consistent principalement de bruit alors qu'elles sont très nettement dépourvues de tout bruit lorsque l'on utilise l'interface.

[0053] Ainsi, comme on l'aura compris, le dispositif proposé permet des mesures DAS précises et reproductibles.

[0054] On notera en particulier que des mesures avec une précision inférieure à 1mW/kg est particulièrement intéressante dans le cas de téléphones présentant des DAS très faibles, comme le cas de téléphones flip-flop ou de kits mains-libres, qui peuvent présenter des DAS aussi faibles que 10mW/kg.

25

[0055] Cette augmentation de la sensibilité peut être utilisée pour réduire le temps de mesure lui-même.

[0056] Des mesures de DAS avec des temps de mesure inférieurs à 2mn peuvent être envisagées.

30

[0057] L'ensemble des mesures alors nécessaires pour mettre en oeuvre la norme européenne EN50361 peut ainsi être réalisé en moins de 30mn.

35

[0058] Par ailleurs, on notera que le banc de mesure peut également être utilisé pour tester une source de champ électromagnétique a priori non modulé. Le banc comporte à cet effet des moyens pour la modulation en amplitude du champ électromagnétique généré par ladite source.

[0059] Il devient ainsi possible par exemple d'utiliser le banc de mesure proposé pour faire des mesures sur des téléphones portables de réseaux n'utilisant pas la modulation TDMA, voire même d'utiliser ce banc de mesures pour tester des antennes de téléphone portables, indépendamment de toute électronique de communication.

40

[0060] D'autres variantes de réalisation de l'invention sont bien entendu possibles.

[0061] Notamment, l'interface peut comporter un amplificateur d'isolation.

[0062] Un tel amplificateur est par exemple interposé entre l'amplificateur 4 et le module 5.

[0063] Il peut également être disposé en sortie du module 5 de détection synchrone.

45

[0064] On prévoit alors avantageusement, à la place de l'antenne 7 et du module 6, une fibre optique qui véhicule un signal optique modulé par un signal de référence, ainsi qu'un photodétecteur interposé entre ladite fibre et le module 5.

50

#### Revendications

1. Dispositif pour la mesure de débits d'absorption spécifique sur un corps fantôme qui simule le corps humain et qui est soumis à un champ électromagnétique, ce dispositif comportant une sonde pour la mesure du champ électrique, un corps fantôme dans lequel ladite sonde est déplacée, des moyens pour mesurer la tension en sortie de ladite sonde, caractérisé en ce que ces moyens de mesure comportent des moyens de détection synchrone qui mélangent un signal correspondant à la tension en sortie de ladite sonde avec un signal de référence qui est synchrone de la modulation du champ électromagnétique que l'on teste, les moyens de mesure comportant en outre des moyens pour mettre en oeuvre une mesure sur le signal redressé ainsi obtenu.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de réception du champ électromagnétique testé, ainsi que des moyens pour la récupération d'un signal d'horloge synchronisé sur une enveloppe de modulation dudit champ électromagnétique.

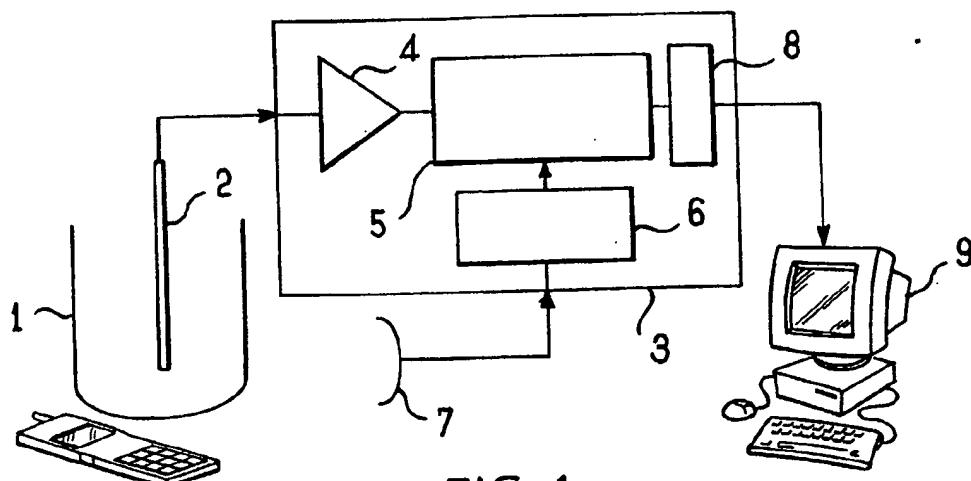
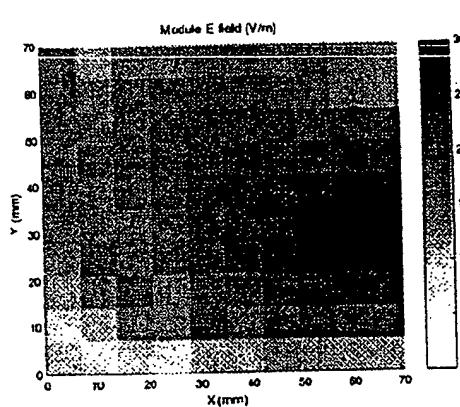
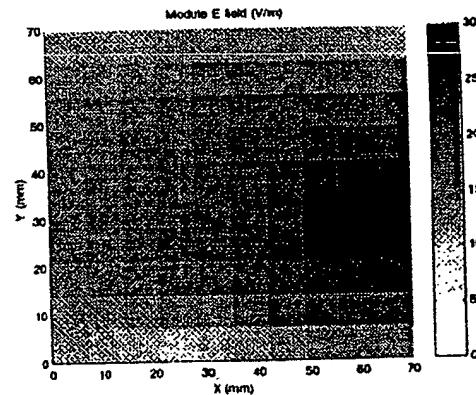
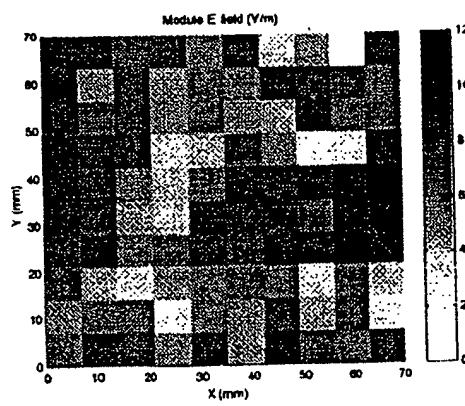
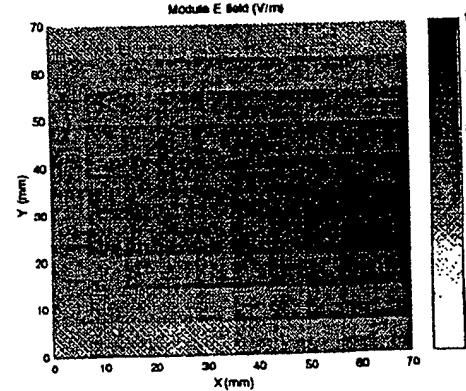
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** dans le cas où le champ électromagnétique est celui émis par un terminal téléphonique d'un réseau cellulaire à multiplexage temporel, le dispositif comporte des moyens de réception du champ électromagnétique ainsi généré, ainsi que des moyens pour la récupération d'un signal d'horloge synchronisé sur l'enveloppe de multiplexage temporel dudit champ électromagnétique.  
5
4. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens de détection synchrone comportent un émulateur de station de base de radiotéléphonie mobile pour la génération d'un signal de référence.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** pour tester une source de champ électromagnétique a priori non modulée, il comporte des moyens pour la modulation en amplitude du champ électromagnétique généré par ladite source.  
10
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un amplificateur faible bruit qui est interposé entre la sonde et les moyens de détection synchrones.  
15
7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un convertisseur analogique/numérique qui reçoit le signal en sortie des moyens de détection synchrone, le signal converti en sortie dudit convertisseur étant transmis à une unité de traitement et de gestion qui relèvent et mémorisent les valeurs des mesures et déterminent en fonction des mesures qu'elle relève des cartographies de champ électrique dans le corps fantôme.  
20
8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un amplificateur d'isolation.  
25
9. Dispositif selon les revendications 6 et 8 prises en combinaison, **caractérisé en ce que** l'amplificateur d'isolation est interposé entre l'amplificateur faible bruit et les moyens de détection synchrone.
10. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** l'amplificateur d'isolation est disposé en sortie des moyens de détection synchrone, le signal de référence étant transmis par une fibre optique sur un photodétecteur en entrée des moyens de détection synchrone.  
30
11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le signal de référence est un signal rectangulaire symétrique.  
35

40

45

50

55

FIG. 1FIG. 2aFIG. 2bFIG. 3aFIG. 3b



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 02 29 1927

## DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A,D	SCHMID T ET AL: "AUTOMATED E-FIELD SCANNING SYSTEM FOR DOSIMETRIC ASSESSMENTS" IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 44, no. 1, 1996, pages 105-113, XP000549467 ISSN: 0018-9480 * abrégé; figure 11 *	1	G01R29/08
A	WO 01 46705 A (TELEDIFFUSION FSE ; JACQUIN FRANCOIS (FR); NICOLAS EMMANUEL (FR)) 28 juin 2001 (2001-06-28) * page 35, ligne 18 - page 36, ligne 10; figure 5 *	1	
A	DE 198 52 525 A (BOS BERLIN OBERSPREE SONDERMAS) 11 mai 2000 (2000-05-11) * abrégé; figures *	1	
A	EP 0 354 135 A (MERLIN GERIN) 7 février 1990 (1990-02-07) * abrégé; figure *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) G01R

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
BERLIN	6 novembre 2002	Fritz, S
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b>		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date I : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons R : membre de la même famille, document correspondant		

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 1927

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-11-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0146705	A	28-06-2001	FR	2803043 A1	29-06-2001
			WO	0146705 A1	28-06-2001
DE 19852525	A	11-05-2000	DE	19852525 A1	11-05-2000
EP 0354135	A	07-02-1990	FR	2635191 A1	09-02-1990
			DE	68909539 D1	04-11-1993
			DE	68909539 T2	05-05-1994
			EP	0354135 A1	07-02-1990
			US	5068616 A	26-11-1991

EPO FORM 7046C

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, N° 12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**